

KAJIAN INTERAKSI PENGGUNA UNTUK NAVIGASI APLIKASI PRAMBANAN VR BERBASIS VIRTUAL REALITY

Pius Dian Widi Anggoro

Program Studi Teknik Informatika
STMIK AKAKOM Yogyakarta
e-mail: piusanggoro@akakom.ac.id

(Naskah masuk: 01 Maret 2018, diterima untuk diterbitkan: 28 Mei 2018)

Abstrak

Candi Prambanan sebagai warisan budaya yang diakui UNESCO, tetapi muncul masalah pelapukan batuan karena banyaknya pengunjung. Jumlah pengunjung perlu diatur, salah satunya dengan implementasikan dalam bentuk aplikasi Prambanan VR. Virtual Reality (VR) mengalami pertumbuhan karena dapat dijalankan pada perangkat *mobile* yang siap pakai, dengan harga terjangkau. Namun, interaksi masukan hanya terbatas pada penggunaan *head tracking* atau tombol input, dan sulit untuk melakukan tugas rumit seperti navigasi dengan berjalan terutama pada lingkungan VR yang luas, tetapi lingkungan nyata terbatas. Penelitian ini membandingkan tiga metode interaksi saat bernavigasi di lingkungan VR yang luas, yaitu dengan dengan teknik non-alami (*gamepad*), teknik semi-alami berdasarkan posisi kepala (*Head-Tilt*), dan teknik alami dengan metode jalan di tempat (WIP). Penelitian ini juga menganalisis bentuk interaksi yang dapat meminimalkan sakit akibat penggunaan aplikasi VR (*cybersickness*). Pengujian teknik navigasi di lingkungan virtual dengan aksi berjalan seperti di dunia nyata dilakukan untuk menemukan bentuk interaksi yang lebih realistis yang dapat meningkatkan kinerja pengguna dan tetapi meminimalisir sakit yang timbul, saat menyelesaikan tugas bernavigasi. Survei efek sakit yang timbul dilakukan menggunakan kuesioner simulator (SSQ), dan hasil eksperimen menunjukkan bahwa pengalaman yang mendalam (*immersive*) akan dicapai saat interaksi yang dirasakan oleh pengguna menyerupai aksi berjalan secara alami dapat disediakan di lingkungan virtual, yaitu WIP. Walaupun teknik ini muncul jeda saat bernavigasi, dan lambat serta kurang akurat dibandingkan kedua teknik lainnya, namun menghasilkan tingkat *cybersickness* minimal.

Kata Kunci: *Aplikasi realitas maya, Cybersickness, Interaksi navigasi, Kuisisioner simulator (SSQ), Locomotion.*

USER INTERACTION STUDY FOR NAVIGATING IN PRAMBANAN VR APP BASED ON VIRTUAL REALITY

Abstract

Prambanan temple is listed as UNESCO World Heritage Sites, but the problem of stones corrosion due to the large number of visitors. Need to split the visitors, one of them by implementing in Prambanan VR application. Virtual Reality (VR) is growing fast because can run on mobile devices which ready and affordable. However, mobile VR inputs are limited to the use of head tracking or input keys, and difficult to perform complex tasks such as navigating by walking on a large virtual environment, in limited real environment. This study compared three interaction techniques for navigating in large virtual environment, with non-natural techniques (gamepad), and semi-natural techniques based on head-tilt, and natural navigation using walk-in-place (WIP). This study also analyzes which interactions could minimize the cybersickness. This navigation techniques are tested in virtual environments with approach real-world walking action, to found a more realistic interaction design that can increase the performance of user tasks and minimalize motion sickness, when navigating. The survey was conducted using a simulator sickness questionnaire (SSQ), and the experimental results show that an immersive experience is achieved when there is an interaction likes real walking action provided in a virtual environment. Although, the WIP shows delayed and slower also less accurate than the other techniques, navigation interaction with the WIP method results minimal cybersickness.

Keywords: *Virtual Reality Application, Cybersickness, Navigating Interaction, simulator sickness questionnaire (SSQ), Locomotion*

1. PENDAHULUAN

Candi Prambanan merupakan kompleks bangunan candi yang masuk dalam daftar warisan

budaya dunia menurut UNESCO. Hingga saat ini, ada banyak peristiwa yang dialami oleh Candi Prambanan, antara lain bencana alam seperti letusan gunung Merapi. Bangunan Candi Prambanan juga

pernah mengalami kerusakan akibat bencana gempa tahun 2006. Selain itu ulah tangan manusia yang menyentuh atau memanjat stupa, ada juga penggunaan lahan pelataran zona tiga candi sebagai tempat konser musik. Berbagai peristiwa tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada Candi Prambanan.

Tidak dapat dipungkiri jika pengunjung mempunyai andil besar dalam upaya pelestarian candi. Semakin banyak pengunjung yang menaiki candi, maka lantai candi akan semakin aus karena gesekan dengan alas kaki. Sebetulnya sudah banyak upaya yang dilakukan pengelola untuk mengantisipasi kejadian tersebut. Mulai dari pemasangan rambu-rambu di tangga, stupa, dan titik lainnya agar pengunjung tidak menginjak, duduk, maupun memanjat, hingga penempatan petugas keamanan (satpam) setiap hari. Tidak hanya satpam, tapi juga petugas pengarah wisatawan. Namun jumlah tersebut dinilai tidak sebanding dengan jumlah wisatawan, apalagi ketika musim liburan.

Perlu dipikirkan bagaimana cara untuk memecahsebarakan pengunjung candi. Diharapkan pengunjung akan memiliki sejumlah alternatif yang sama berkesan seandainya mereka tidak perlu berkunjung atau menaiki candi secara langsung, salah satunya dengan menggunakan aplikasi yang mengimplementasikan teknologi *virtual reality* (VR). Pengunjung dapat memanfaatkan gambar panorama 360 derajat untuk mengeksplorasi Candi Prambanan, dengan menggunakan aplikasi Google Street View. Selain itu, aplikasi Air-Pano juga merekam gambar-gambar Candi Prambanan dari atas udara dan di halaman candi. Adanya fasilitas bernavigasi dalam fitur VR diharapkan dapat menambah jumlah pengguna. Sayangnya, kedua aplikasi ini memerlukan koneksi internet yang lumayan kencang karena ukuran *file* yang besar.

Permasalahan berikutnya yang muncul pada saat bernavigasi di lingkungan Candi Prambanan yang luas di dunia maya, maka ukuran ruang virtual juga akan mengembang. Dalam hal ini, sulit untuk menciptakan lingkungan virtual yang mendekati luas halaman Candi Prambanan, supaya pengguna aplikasi VR dapat merasakan bernavigasi layaknya berjalan di lokasi Candi Prambanan yang sebenarnya. Perlu diingat, pengguna tentunya berada di ruang nyata yang terbatas saat menggunakan aplikasi VR. Interaksi yang disebut dengan antarmuka perpindahan (*locomotion*) dapat menciptakan pengalaman berjalan secara fisik (nyata) dalam mengeksplorasi lingkungan virtual yang luas sekaligus menjaga pengguna tetap berada di lingkungan fisik yang terbatas (Skopp *et al.*, 2014). Untuk meningkatkan kesesuaian antara interaksi gerak dari pengguna dan umpan balik visual, berupa antarmuka dari perangkat yang lebih alami seperti *walk-in-place* (Cakmak & Hager, 2014), *treadmill omni-directional* (Nabiyouni *et al.*, 2015), *Virtusphere* (Cheng *et al.*, 2014), telah diusulkan

namun tidak diimplementasikan pada lingkungan virtual yang luas.

Interaksi navigasi dalam lingkungan virtual yang luas memungkinkan gerakan pengguna yang realistis dan beragam dari perspektif lingkungan VR. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memungkinkan gerakan navigasi berjalan yang relatif bebas dan beragam dalam ruang nyata yang terbatas. Studi lebih lanjut untuk menyediakan lingkungan yang sangat mendalam dengan melacak posisi pengguna yang berjalan di dalam ruangan dan mengenakan *Head Mounted Display* (HMD) telah dilakukan. Kemudian menampilkan informasi hasil posisi pengguna ke lingkungan virtual (Kokkinara *et al.*, 2016). Vasylevska juga mengusulkan sebuah ruang fleksibel yang bisa memberi kesan berjalan tak terbatas di ruang virtual, dalam kondisi ruang nyata yang terbatas (Vasylevska *et al.*, 2013). Namun, sistem ini memiliki keterbatasan untuk digunakan dalam aplikasi umum karena perlu ukuran ruang nyata yang sedikit besar. Penggunaan pelacak posisi dengan bantuan optik berhasil memastikan bahwa pengguna yang benar-benar berjalan telah merasakan pengalaman kehadiran dalam lingkungan virtual yang lebih besar juga telah dilakukan (Harris *et al.*, 2014). Selain itu, penelitian tentang manipulasi posisi dilakukan untuk memberikan informasi tentang ilusi berjalan melalui *avatar* tubuh di lingkungan maya, hanya dalam penelitian ini pengguna dalam keadaan duduk. Diverifikasi melalui eksperimen dengan menggunakan permainan komputer yang memberikan pengalaman serupa dengan berjalan tanpa mengharuskan pemain untuk bergerak (Proteus, 2017).

Simulator Sickness Questionnaire (SSQ), digunakan sebagai salah satu perangkat pengujian, berbasis survei setelah pengguna mengerjakan tugas dengan aplikasi simulator (Kennedy *et al.*, 2009). Sedangkan studi mengenai korelasi SSQ dengan aplikasi VR, telah dilakukan dengan membandingkan jenis aplikasi VR berbasis Cave dengan HMD (Kemeny & George, 2017). Pengembangan SSQ pada aplikasi VR untuk bernavigasi yang menyerupai berjalan, telah dilakukan menggunakan komputer dengan perangkat tambahan gamepad, interaksi tangan, dan sensor *march-in-place* (Lee *et al.*, 2017). Penelitian ini mengkaji jenis interaksi yang dapat diimplementasikan pada perangkat *mobile* (*smartphone*), dengan tujuan mendapatkan bentuk interaksi navigasi yang sesuai, ketika digunakan saat bernavigasi di lingkungan VR yang luas tetapi lingkungan nyata terbatas, dan meminimalkan gejala penyakit yang timbul akibat penggunaan aplikasi Prambanan VR.

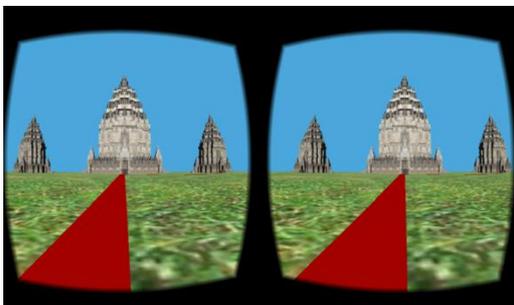
2. METODE PENELITIAN

Eksperimen ini diadakan untuk membandingkan teknik navigasi non-alami dengan teknik semi-alami serta teknik alami sepenuhnya. Teknik *gamepad* berdasarkan kontroler permainan

digunakan untuk interaksi non-alami, perangkat HMD sebagai interaksi semi alami, dan teknik berjalan di tempat untuk interaksi alami. Studi ini akan menguji kinerja ketiga interaksi navigasi dengan tugas berjalan dalam lingkungan virtual untuk mengukur waktu dan akurasi, serta diakhiri dengan tindakan subjektif menggunakan kuisioner SSQ.

A. Perangkat

Digunakan smartphone Android Samsung Galaxy Note 4 dengan HMD menggunakan Samsung Gear VR edisi 2015. HMD ini memiliki lensa presisi Zeiss dengan bidang pandang 101 derajat, dilengkapi dengan tali dan berat ringan. *Gamepad* yang digunakan adalah pengendali game VR Box dengan satu *joystick* yang digunakan untuk navigasi dan terkoneksi melalui protokol bluetooth dengan *smartphone*.



Gambar 1. Screenshot Aplikasi Prambanan VR.

Aplikasi Prambanan VR yang digunakan untuk eksperimen, dikembangkan menggunakan Google Cardboard for Unity versi 1.11, yang merupakan *Software Development Kit (SDK)* untuk pengembangan aplikasi VR dan *Game Engine Unity 3D* versi 5.6, tampilan aplikasi Prambanan VR ditunjukkan pada Gambar 1.

B. Peserta

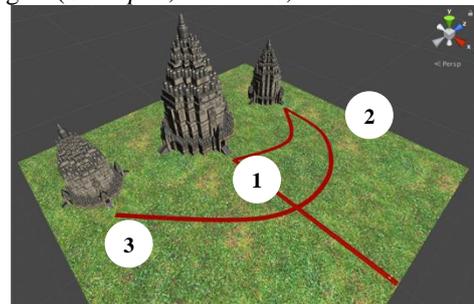
Sepuluh relawan direkrut (8 pria, 2 wanita, rata-rata berusia 27,03 tahun, Standard Deviasi (SD) = 5,66) sebagai Subjek dalam penelitian ini. Hanya ada sepuluh Subjek yang digunakan, karena terkendala waktu yang digunakan saat pengujian Tugas Pengguna terbatas. Tak satu pun dari Subjek melaporkan gangguan pengelihatannya yang tidak dapat diperbaiki termasuk dalam persepsi lingkungan 3D serta tidak mempunyai keterbatasan dalam bergerak. Subjek yang menderita *cybersickness* tidak dikecualikan dari partisipasi walaupun berisiko tinggi untuk tidak menyelesaikan eksperimen. Pengguna rata-rata memiliki pengalaman 2,6 tahun (SD = 1,17) bernavigasi lingkungan 3D dan empat Subjek sudah memiliki pengalaman sebelumnya menggunakan *headset VR (HMD)*.

C. Tugas Pengguna

Sebuah tugas sebagai pelatihan awal dengan langkah: Subjek bernavigasi di sepanjang garis lurus untuk mencapai target. Subjek diinstruksikan untuk

berjalan tepat di jalur untuk mencapai target. Tugas pelatihan dilakukan di lingkungan 3D pada aplikasi yang berbeda, agar Subjek merasa nyaman dengan ketiga jenis interaksi navigasi.

Dalam tugas eksperimen, Subjek diminta untuk melakukan tiga tugas berjalan: (1) garis lurus, (2) garis berupa kurva setengah lingkaran dan (3) garis dengan kurva kuadratik. Dalam tugas garis lurus, Subjek akan berjalan pada garis lurus dari pintu masuk menuju Candi Syiwa (utama) di lingkungan Prambanan VR. Dalam tugas kedua, diarahkan ke Candi Brahma. Tugas terakhir menuju Candi Wisnu dengan jarak yang paling jauh dibandingkan dua tugas lainnya, ditampilkan pada Gambar 2. Semua Subjek diminta untuk melakukan tiga interaksi navigasi (*Gamepad*, *Head-Tilt*, dan *Walk-in-Place*).



Gambar 2. Alur Tugas Pengguna.

D. Prosedur Penelitian

Diawal Subjek diminta untuk membaca dan menandatangani formulir (yang menanyakan umur, jenis kelamin, dan pengalaman bermain *video game* maupun VR). Setelah itu Subjek diberi pengantar latar belakang penelitian, fasilitas yang akan digunakan, prosedur pelatihan, dan interaksi navigasi. Subjek akan mengadakan sesi pelatihan singkat sebelum mengerjakan tugas untuk masing-masing interaksi navigasi. Setelah menyelesaikan tugas dengan masing-masing interaksi navigasi, Subjek mengisi kuisioner penyakit simulator SSQ (Gambar 3).

E. Pengolahan Hasil Pengujian

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian waktu tempuh dan akurasi. Pengujian yang digunakan berbentuk Tugas Pengguna berjumlah tiga jenis yang telah valid dan reliabel serta telah memenuhi persyaratan daya beda. Sebelum data dianalisis, terlebih dahulu data yang telah terkumpul diuji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji persyaratan analisis Anova.

Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji Anova satu arah (*One way - anova*). Jika hasil uji Anova berbeda dan menunjukkan pengaruh yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu uji Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*).

3. HASIL PENELITIAN

Untuk analisis, digunakan ANOVA satu arah di mana evaluasi kinerja setiap metode interaksi

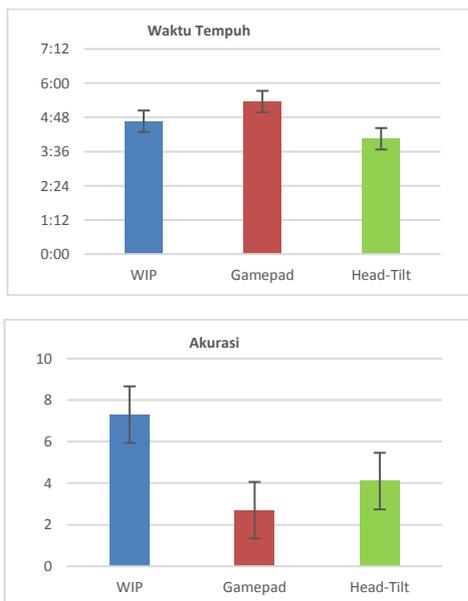
navigasi berdasarkan waktu yang ditempuh dan banyak kesalahan karena keluar jalur. Tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara interaksi navigasi berdasarkan waktu navigasi ($F = 2,565$; $p = 0.0955$), sedangkan untuk tingkat akurasi ditemukan perbedaan ($F = 9,204$; $p = 0.0008$). Hasil ini didukung dengan perbandingan waktu tempuh serta akurasi yang disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4, ditemukan bahwa *Head-Tilt* lebih cepat untuk tugas ini, namun untuk akurasi tidak begitu tepat.

Simulator Sickness Questionnaire Subjek # _____
 Tanggal: _____

Berikan tanda cek (✓) atau silang (✗), pada kolom yang sesuai dengan kondisi yang Anda alami saat ini:

Gejala	Tidak ada	Sedikit	Sedang	Parah
Tidak nyaman				
Lelah				
Sakit kepala				
Mata tegang				
Kesulitan fokus				
Peningkatan air liur				
Berkeringat				
Mual				
Sulit berkonsentrasi				
"Kepala penuh"				
Penglihatan kabur				
Pusing (mata terbuka)				
Pusing (mata tertutup)				
Vertigo				
Perut sakit				
Sendawa				
Yang lainnya (deskripsikan singkat):				

Gambar 3. Kuisisioner Simulator SSQ.



Gambar 4. Grafik Hasil Perbandingan Interaksi Pengguna.

Wawancara yang tidak terarah dengan pertanyaan terbuka, digunakan di akhir sesi untuk mengumpulkan pengalaman interaksi dan mengidentifikasi kelemahan setiap interaksi untuk perbaikan di penelitian yang akan datang. Untuk

Head-tilt, sepuluh peserta menyatakan bahwa ketika harus melihat ke bawah untuk berjalan, merasa canggung dan tegang pada otot leher. Enam peserta menyarankan penggunaan tombol pada *gamepad* yang lebih besar atau menggunakan perangkat interaksi yang didesain khusus untuk VR. Sedangkan pada metode interaksi dengan jalan di tempat (WIP), delapan peserta mengatakan merasa kesulitan untuk berjalan tepat di garis panduan karena serasa meluncur dan susah untuk berhenti. Tiga peserta menginginkan proses deteksi langkah kaki yang lebih baik dan cepat.

4. PEMBAHASAN

Setelah ketiga metode interaksi diuji coba, umpan balik kinerja teknis dari aplikasi dicatat (Tabel 1) dan data kualitatif dasar dengan kuesioner SSQ dikumpulkan. Seluruh sesi Tugas Pengguna, termasuk pelatihan dan kuesioner SSQ, memakan waktu sekitar 11 jam.

Tabel 1. Hasil Analisis untuk Tiga Interaksi Navigasi

Subjek	Umur	Gender	Waktu (tahun)		WIP		Gamepad		HeadTilt	
			Game 3D	VR	t	out	t	out	t	out
1	22	L	2	0	6.25	11	05.40	4	4.45	5
2	24	L	1	0	5.56	9	07.36	5	3.56	6
3	25	P	2	0	5.01	13	05.17	3	4.07	7
4	27	L	2	0	4.37	8	06.44	2	5.08	4
5	36	L	3	1	4.38	5	03.45	2	3.20	0
6	37	L	5	2	2.54	4	03.00	1	3.37	4
7	32	P	4	1	3.59	6	04.15	1	2.38	4
8	22	L	3	0	3.07	2	03.17	2	3.03	0
9	25	L	2	1	5.13	8	06.23	4	5.03	5
10	23	L	2	0	4.48	7	07.35	3	4.52	6
x	27,30	L = 8	2,60	0,50	4,39	7,30	5,21	2,70	4,02	4,10
SD	5,66	P = 2	1,17	0,71	1,06	3,27	1,43	1,34	0,53	2,38

A. Pembahasan Interaksi dengan Metode Jalan di Tempat (WIP)

Secara keseluruhan, WIP layak sebagai teknik interaksi navigasi berbiaya rendah untuk *mobile VR* (Feasel *et al*, 2008). Dari hasil eksperimen ditemukan, WIP menghasilkan pengalaman yang lebih mendalam. Meskipun *Head-Tilt* dianggap lebih dapat diandalkan dan efisien (rerata pengguna menyelesaikan tugas selama 4,02 menit, $SD=0,53$), hasil kuantitatif menunjukkan *Head-Tilt* lebih cepat. Dari analisis akurasi saat navigasi melewati jalur, terungkap bahwa beberapa peserta keluar jalur dan mengharuskan untuk berbalik. Keluar jalur terjadi dengan *Head-Tilt* (mendekati 4 kali), tapi tidak sesering WIP (mendekati 7 kali). Jika Peserta gagal untuk berhenti, maka akan kembali ke jalur target sehingga baik waktu maupun jarak akan meningkat secara signifikan, dan menghasilkan nilai simpangan yang lebih besar.

Sayangnya, keluhan Peserta tentang WIP, masih mempunyai jeda berhenti yang tinggi dan tidak ada kontrol terhadap kecepatan. Meskipun nilai kuantitatif dapat dibandingkan, seperti kecepatan navigasi, namun hasil ini menyoroti bagaimana

menghentikan dampak jeda terhadap persepsi pengguna. Keluar jalur membuat Peserta frustrasi, dan memungkinkan mereka berhenti. WIP mengharuskan Pengguna untuk berdiri dan memberikan *input* dengan berjalan di tempat secara terus menerus. Ini mungkin tidak diinginkan saat menggunakan *mobile VR* untuk jangka waktu yang lebih lama. Produsen HMD VR merekomendasikan agar Pengguna beristirahat secara teratur saat menggunakan VR (Proteus, 2017), sehingga berdiri mungkin bukan menjadi masalah utama. WIP menggerakkan Pengguna ke arah fokus penglihatan, hal ini agak terbatas dibanding bagaimana manusia bernavigasi dalam kehidupan nyata.

B. Pembahasan Interaksi dengan Metode *Gamepad*

Dalam teknik *gamepad*, berjalan dimulai dengan menggerakkan kontroler *gamepad* ke depan, yang segera memberikan aksi gerakan maju dalam lingkungan virtual. Peserta dapat terus berjalan di lingkungan virtual hanya dengan terus mendorong kontroler *gamepad* ke depan, sementara Pengguna dapat juga mendorong kontroler *gamepad* ke kanan dan kiri. Peserta dapat mengontrol kecepatan namun Tugas Pengguna hanya dapat diselesaikan dengan waktu yang paling lama diantara tiga interaksi, dengan rerata waktu 5,21 menit. Untuk berhenti hanya cukup dengan melepas kontroler *gamepad*.

Teknik *gamepad* memiliki akurasi dan presisi yang tinggi, serta jeda yang rendah (mendekati 3 kali keluar jalur). Kurangnya interaksi yang alamiah menjadi masalah untuk teknik semacam ini, karena teknik *gamepad* tidak dirancang untuk mendekati berjalan seperti dunia nyata dengan cara apa pun.

C. Pembahasan Interaksi dengan Metode *Head-Tilt*

Dalam penelitian ini sangat penting untuk melihat seberapa baik metode *Head-Tilt* dilakukan. Rata-rata, metode *Head-Tilt* menyelesaikan setiap percobaan lebih cepat dan dengan tingkat akurasi sedikit lebih baik dibandingkan metode *gamepad*. Dengan metode *Head-Tilt*, Peserta hanya perlu menundukkan kepala untuk bergerak, dan mungkin perlu menggerakkan kepala ke kiri atau kanan untuk melakukan koreksi kecil.

Head-Tilt masih memiliki jeda berhenti yang cukup besar, karena dimungkinkan Peserta harus berhenti dahulu untuk melihat lingkungan virtual atau untuk melihat sebuah menu. Sebagian besar Peserta bereksplorasi dalam interaksi berjalan dengan melihat ke depan dan ke bawah sambil menavigasi, namun jika tujuan aplikasi adalah menciptakan lingkungan virtual yang mendalam, metode ini bukan merupakan metode yang sesuai.

D. Pembahasan Keseluruhan Metode Interaksi

Sementara dengan metode WIP, Pengguna harus secara aktif melangkah sedemikian rupa

sehingga algoritma VR-Step (Sam & Eelke, 2016), dapat mendeteksi sensor akselerometer secara berurutan untuk menjaga kecepatan. Karena *gamepad* yang digunakan rendah kualitasnya, yang mungkin mengakibatkan pemberhentian yang tidak disengaja. Namun, keseluruhan kinerja *Head-Tilt* menunjukkan bahwa metode ini mungkin merupakan metode kontrol yang layak untuk navigasi secara *handsfree*.

Secara keseluruhan, Peserta terasa seperti metode WIP yang memiliki pengalaman alamiah yang terbaik, namun secara merasa kesulitan untuk mengendalikan dan paling tidak akurat. Peserta merasa nyaman dengan kontrol *gamepad*, namun menjadi hal terburuk saat bernavigasi pada rute yang melengkung. Beberapa Peserta mengeluhkan kualitas *gamepad*, meski telah dipilih *gamepad* terpopuler yang digunakan pada *mobile VR*.

Dalam teknik WIP, jika tidak muncul jeda maka sebenarnya tidak memiliki masalah terkait dengan interaksi alamiah. Pengguna dapat mentransfer semua pengalaman berjalan di dunia nyata dan langsung dapat diterapkan pada antarmuka interaksi, sehingga menghasilkan kinerja yang sangat baik (Usoh, 1999; Whitton *et al*, 2015).

Keuntungan menggunakan metode interaksi dengan *gamepad* adalah kebiasaan. Banyak Peserta yang telah melihat dan menggunakan jenis interaksi ini, terutama pada *game*. Tentu saja, kebiasaan memang memiliki pengaruh pada kinerja. Tapi itu bukan faktor utama dalam hasil eksperimen ini.

Dua Peserta mengklaim bahwa Mereka bermain *game* kurang dari satu jam per minggu, dan bahwa menggunakan perangkat yang sangat berbeda dari *gamepad* (misalnya *smartphone*). Dengan demikian, Peserta ini adalah pemula dalam menggunakan teknik yang mirip dengan teknik navigasi *gamepad*. Oleh karena itu, Peserta yang diklaim memiliki keahlian rendah dengan teknik *gamepad*, dapat bernavigasi lebih cepat dan akurat dengan *gamepad* dibandingkan dengan WIP. Hal ini menunjukkan bahwa teknik *gamepad* yang digunakan mudah untuk dipelajari dan digunakan, memungkinkan Pengguna untuk mendapatkan kinerja tugas yang baik bahkan tanpa pelatihan sebelumnya atau tidak memerlukan keahlian tingkat tinggi dengan perangkat *gamepad*.

Satu mungkin juga terjadi bahwa pilihan tugas dalam eksperimen dapat mempengaruhi hasil. Berdasarkan pengalaman, berjalan dalam garis lurus memberikan kesempatan terbaik bagi metode WIP. Dapat juga terjadi bahwa metode *gamepad* mungkin kurang optimal untuk gerakan yang melengkung.

Sementara metode *Head-Tilt* disukai oleh para Peserta, walaupun penting untuk dicatat bahwa metode pengendalian ini mungkin tidak ideal untuk semua situasi di lingkungan virtual (Griffiths & Wilson, 2006). Dalam aplikasi VR yang mengharuskan Pengguna untuk melihat secara vertikal untuk melihat target atau hanya untuk mengamati lingkungan, metode ini tidak berfungsi, karena rotasi kepala ke atas atau ke bawah akan

menghasilkan gerakan. Namun, dapat diimbangi dengan mengharuskan Pengguna menekan suatu tombol terlebih dahulu untuk bergerak.

E. Gejala Sakit Akibat Penggunaan VR (VR Motion-Sickness)

Percobaan terakhir difokuskan pada *motion-sickness*. Hal ini penting untuk interaksi navigasi dengan metode berjalan untuk mencegah sakit yang timbul akibat penggunaan aplikasi VR dan untuk memberikan rasa nyaman bagi pengguna. Jika perangkat VR dirancang hanya untuk pengalaman yang mendalam (*immersive*), maka tidak perlu adanya pertimbangan untuk gejala sakit akibat VR, hanya memerlukan sesi yang dapat dialami dengan singkat supaya aman. Dengan demikian, eksperimen untuk menganalisis efek sakit dari metode interaksi berjalan diusulkan pada penelitian ini.

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner penyakit simulator (SSQ) (Kennedy *et al*, 1993). SSQ terdiri dari 16 pertanyaan yang memungkinkan dianalisis melalui pengukuran penyakit simulator dari berbagai perspektif. Setiap pertanyaan berasal dari hasil berbagai eksperimen mengenai efek simulator dan dapat diimplementasikan pada metode interaksi yang digunakan pada aplikasi VR. Peserta memilih satu dari empat jawaban (tidak ada, sedikit, sedang, dan parah) untuk masing-masing dari 16 pertanyaan (Gambar 3). Jawaban: tidak ada, sedikit, sedang, dan parah masing-masing diubah menjadi 0, 1, 2, dan 3 poin. Skor total masing-masing Peserta kemudian dihitung setelah menerapkan nilai bobot. Skor dari semua Peserta dianalisis secara statistik untuk mengetahui tingkat gejala sakit akibat VR. Secara khusus, SSQ dapat menganalisis penyakit secara rinci dengan mengklasifikasikan pertanyaan:

1. Rasa mual, ditunjukkan pada pertanyaan nomor: 1, 6, 7, 8, 9, 15, dan 16.
2. Penyakit okulomotor, ditunjukkan pada pertanyaan: 1, 2, 3, 4, 5, 9, dan 11.
3. Dis-orientasi, ditunjukkan pada pertanyaan nomor 5, 8, 10, 11, 12, 13, dan 14.

Secara umum, penyakit dianalisis berdasarkan jumlah berbobot (rasa mual: 9.54, penyakit okulomotor: 7.58, dis-orientasi: 13.92). Tabel 2. menampilkan hasil analisis umum untuk SSQ. Bila 0 diinterpretasikan karena tidak ada penyakit VR dan nilai yang semakin tinggi diinterpretasikan sebagai penyakit VR yang lebih berat, hasil dari tabel menunjukkan bahwa ketiga metode interaksi berjalan menyebabkan rata-rata penyakit VR. Selanjutnya, interaksi berjalan dengan metode WIP menyebabkan tingkat penyakit VR terendah (28.80). Alasan untuk hasil ini dianalisis dengan menggunakan item rinci. Dalam kasus *gamepad*, bila ada *input*, kamera bergerak menuju ke arah tujuan tanpa disertai gerakan tubuh Pengguna. Namun, dalam kasus WIP, saat Pengguna berjalan di tempat, reaksi tersebut disampaikan langsung ke kepala dan Pengguna melihat hasil perpindahan ini di lingkungan virtual.

Hal ini membantu Pengguna seperti merasa berjalan dan membantu merasakan arah gerakan, serta memiliki pengaruh terbesar pada item disorientasi. Ada beragam tingkat penyakit VR yang ditunjukkan oleh Peserta, yang skor total di atas rata-rata hanya menyumbang sekitar 30% dari Peserta. Dengan kata lain, 70% Peserta dalam eksperimen ini merasakan tingkat *motion-sickness* yang kecil saat mengalami interaksi berjalan yang diusulkan.

Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan untuk *motion-sickness* antara ketiga metode interaksi tersebut, hanya nilai yang paling tinggi untuk metode interaksi dengan *gamepad*, dalam sub skala disorientasi, namun tanpa data yang secara statistik besar/signifikan, sulit untuk menarik kesimpulan utama. Kemungkinan permasalahan ini berhubungan dengan penelitian lain, yang dapat menemukan skor penyakit simulator yang lebih tinggi dengan interaksi menggunakan *gamepad* dibandingkan dengan metode interaksi lainnya (LaViola, 2000; Cheng *et al*, 2015). Penelitian ini belum mengamati Pengguna yang menggunakan aplikasi VR dengan durasi yang cukup lama untuk mengalami *motion-sickness*.

Tabel 2. Hasil Analisis untuk Kuisisioner Simulator (SSQ)

Sub-skala	Metode	Mean	SD	Min.	Max.
Total	WIP	28.80	22.03	0	74.80
	Gamepad	31.98	28.67	0	89.76
	Head-Tilt	31.04	25.23	0	82.28
Rasa Mual	WIP	12.40	13.86	0	38.16
	Gamepad	13.36	14.90	0	38.16
	Head-Tilt	12.89	13.92	0	57.24
Okulomotor	WIP	25.39	19.95	0	60.64
	Gamepad	24.64	17.76	0	60.64
	Head-Tilt	26.90	24.15	0	68.22
Dis-orientation	WIP	43.15	37.33	0	125.28
	Gamepad	50.81	47.87	0	167.04
	Head-Tilt	50.11	51.22	0	167.04

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi navigasi menggunakan kaki adalah kunci untuk pengalaman mendalam dengan sakit akibat penggunaan aplikasi minim. Selain itu, sebuah studi ini menegaskan bahwa dengan berjalan kehadiran (*presence*) dari Pengguna disediakan lebih baik. Namun, kemungkinan menggunakan metode WIP perlu dicari melalui eksperimen komparatif selanjutnya (DeLa & Diaz, 2015) dengan berbagai penelitian seperti studi yang menyediakan pengalaman berjalan dengan gerakkan ke semua posisi (enam derajat kebebasan).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mendokumentasikan sebuah kajian interaksi yang alami dengan hasil berupa navigasi berjalan di tempat (WIP) untuk aplikasi Prambanan VR. Hasil Tugas Pengguna menunjukkan bahwa metode WIP sangat berguna untuk aplikasi

Prambanan VR, yang mempunyai lingkungan virtual yang luas. Pengalaman dalam interaksi ini memungkinkan Pengguna untuk menjelajahi lingkungan virtual dengan ukuran luas, namun hanya memiliki lingkungan nyata terbatas. Metode WIP menciptakan pengalaman pengguna aplikasi VR yang lebih mendalam dibandingkan interaksi gamepad atau *Head-tilt*.

Dalam eksperimen juga dilakukan analisis untuk meminimalkan gejala sakit akibat penggunaan VR (*motion sickness*), Hasil yang diperoleh bahwa interaksi WIP mempunyai tingkatan resiko yang rendah. Karena metode WIP mendekati gerakan berjalan yang sesungguhnya sehingga dapat mencegah *motion sickness*, serta meningkatkan pengalaman mendalam (*immersive*) dan kehadiran (*presence*).

Metode WIP perlu diperbaiki dengan langkah deteksi yang lebih baik. Proses deteksi WIP ini mengharuskan Pengguna untuk berjalan dengan cara gerakan kepala yang seperti memantul ke atas dan ke bawah. Beberapa pengguna dapat memahami konsep ini, tetapi Pengguna lain tampaknya berjalan dengan pola jalan "datar". Perlu algoritma deteksi langkah yang lebih baik untuk mengurangi frustrasi Pengguna, karena muncul jeda yang mengakibatkan karakter dalam aplikasi tidak dapat berhenti secepat yang diharapkan. Penelitian ini dapat juga digunakan untuk mempelajari lebih lanjut pengalaman interaksi WIP dalam berbagai jenis aplikasi VR.

Penelitian berikutnya dapat menyelidiki kemungkinan integrasi WIP dibandingkan dengan metode jalan kaki secara nyata terutama untuk teknologi *Roomscale* (Lee *et al.*, 2017). Hal ini akan memungkinkan Pengguna untuk benar-benar berjalan di ruang nyata untuk interaksi navigasi yang lebih tepat, dan mungkin untuk menempuh jarak yang lebih jauh, walaupun diperlukan deteksi posisi atau lokasi Pengguna untuk sistem ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada STMIK Akakom Yogyakarta yang telah memberi dukungan dana untuk penelitian ini, dan juga kepada pihak Samsung R&D Indonesia yang berkenan meminjamkan perangkat GearVR, serta kepada relawan yang bersedia menguji aplikasi dan mengisi kuisioner.

DAFTAR PUSTAKA

- CAKMAK, T., dan HAGER, H., 2014. Cyberith Virtualizer: A Locomotion Device for Virtual Reality. SIGGRAPH Emerging Technologies.
- CHENG, L.P., LÜHNE, P., LOPES, P., STERZ, C., dan BAUDISCH, P., 2014. Haptic Turk: A Motion Platform Based on People. Proceedings, SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI014), Toronto, pp. 3463–3472.
- CHENG, L.P., ROUMEN, T., RANTZSCH, H., KÖHLER, S., SCHMIDT, P., KOVACS, R., JASPER, J., KEMPER, J., dan BAUDISCH, P., 2015. Turk Deck: Physical Virtual Reality Based on People. Proceedings, 28th Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology (UIST 015), Charlotte, pp. 417–426.
- DELA, E.R., dan ESTRELLA, D., 2015. A Natural Locomotion Based on Foot-Mounted Inertial Sensors in a Wireless Virtual Reality System. Virtual Environment, pp. 24, 298–321.
- FEASEL, J., WHITTON, M.C., dan WENDT, J.D., 2008. LLCM-WIP: Low-latency, Continuous-Motion Walking-In-Place. 3DUI 2008, IEEE Symposium, pp. 97-104.
- GRIFFITHS, G., dan WILSON, J.R., 2006. Performance of New Participants in Virtual Environments: The Nottingham Tool for Assessment of Interaction in Virtual Environments (NAIVE). International Journal of Human-Computer Studies.
- HARRIS, A., NGUYEN, K., WILSON, P.T., JACKOSKI, M., dan WILLIAMS, B., 2014. Human Joystick: Wii Leaning to Translate in Large Virtual Environments. Proceedings, ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry, Shenzhen, pp. 231–234.
- KEMENY, A., dan GEORGE, P., 2017. New VR Navigation Techniques to Reduce Cybersickness, IS&T International Symposium on Electronic Imaging: The Engineering Reality of Virtual Reality 2017, pp. 48-54.
- KENNEDY, R.S., LANE, N.E., BERBAUM, K.S., dan LILIENTHAL, M.G., 1993. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. International Journal Aviation Psychology, pp. 3, 203–220.
- KOKKINARA, E., KILTENI, K., BLOM, K.J., dan SLATER, M., 2016. First Person Perspective of Seated Participants Over a Walking Virtual Body Leads to Illusory Agency Over the Walking. Science Repository, pp. 6, 289.
- LA VIOLA, J.J., 2000. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. ACM SIGCHI Bulletin, 32(1), pp. 47-56.
- LEE, J., JEONG, K., dan KIM, J., 2017. MAVI: Maze-Based Immersive Virtual Environment for New Presence and

Experience. Computation, Animation of Virtual Worlds.

- NABIYOUNI, M., SAKTHEESWARAN, A., BOWMAN, D.A. dan KARANTH, A., 2015. Comparing the Performance of Natural, Semi-natural, and Non-Natural Locomotion Techniques in Virtual Reality. In 3D User Interfaces (3DUI), IEEE Symposium, pp. 3-10.
- PROTEUS, 2017. FreeFly VR: Safety. <<https://freeflyvr.com/safety/>> [Diakses 23 Desember 2017]
- TREGILLUS, S., dan FOLMER, E., 2016. VR-STEP: Walking-in-Place Using Inertial Sensing for Hands Free Navigation in Mobile VR Environments. Conference: 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems.
- SKOPP, N.A., SMOLENSKI, D.J., METZGER-ABAMUKONG, M.J., RIZZO, A.A., dan REGER, G.M., 2014. A Pilot Study of the Virtu Sphere as a Virtual Reality Enhancement. International Journal Human-Computer Interaction. pp. 24–31.
- USOH, M., ARTHUR, K., WHITTON, M.C, BASTOS, R., STEED, A., SLATER, M., dan BROOKS, F.P., 1999. Walking > Walking-in-place > Flying, in Virtual Environments. Proceedings, 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. Los Angeles: SIGGRAPH, pp. 359–364.
- WHITTON, M.C., COHN, J.V., FEASEL, J., ZIMMONS, P., RAZZAQUE, S., POULTON, S.J., MCLEOD, B., dan BROOKS, F.P., 2015. Comparing VE Locomotion Interfaces. Proceedings, IEEE VR 2015, pp. 123-130.
- VASYLEVSKA, K., KAUFMANN, H., BOLAS, M., dan SUMA, E.A., 2013. Flexible Spaces: Dynamic Layout Generation for Infinite Walking in Virtual Environments. Proceedings, IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI), Orlando, pp. 39–42.